

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 03213809  
PUBLICATION DATE : 19-09-91

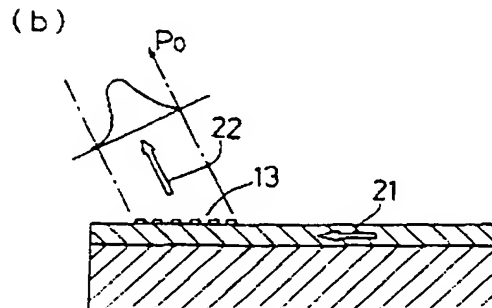
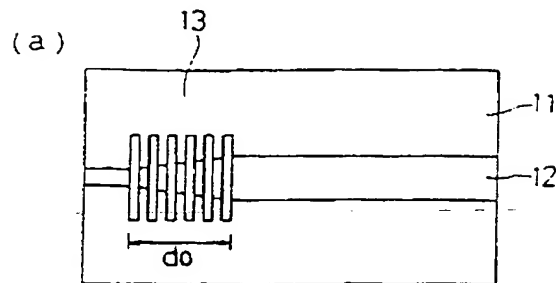
APPLICATION DATE : 14-02-90  
APPLICATION NUMBER : 02032980

APPLICANT : SHARP CORP;

INVENTOR : YAMAMOTO OSAMU;

INT.CL. : G02B 6/34 G02B 6/12

TITLE : DIFFRACTION GRATING OPTICAL  
COUPLER



ABSTRACT : PURPOSE: To improve coupling efficiency by providing a diffraction grating on an optical waveguide and successively changing the coupling coefft. in the direction where the guided light in the optical waveguide propagates.

CONSTITUTION: The diffraction grating optical coupler provided on the optical element formed with strip-shaped optical waveguide 12 on a substrate 11 is provided along the optical waveguide 12 over a length  $d_0$  on one side part of the waveguide 12. The optical waveguide 12 is formed to a specified width exclusive of the diffraction grating optical coupler part thereof and is formed to the tapered shape gradually decreased in width in the diffraction grating optical coupler part. The diffraction grating 13 is constituted of plural planar scattering bodies on the tapered part of the optical waveguide 12. The coupling coefft. of the diffraction grating optical coupler is, therefore, changed by a change in the width size of the optical waveguides 12. The incident light or exit light and the guided light in the optical waveguide are optically coupled with the high efficiency in this way.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-213809

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

G 02 B

6/34  
6/12

識別記号

C

庁内整理番号

7132-2H  
7036-2H

⑬ 公開 平成3年(1991)9月19日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 回折格子光結合器

⑰ 特 願 平2-32980

⑱ 出 願 平2(1990)2月14日

優先権主張 ⑲ 平1(1989)2月17日 ⑳ 日本(JP)㉑ 特願 平1-38686

⑳ 発 明 者 吉 田 智 彦 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
内㉑ 発 明 者 山 本 修 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
内

㉒ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

㉓ 代 理 人 弁理士 山本 秀策

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

回折格子光結合器

## 2. 特許請求の範囲

1. 光が伝播される光導波路の内部と外部とを光学的に結合するべく該光導波路上に回折格子が設けられており、結合係数が光導波路内の導波光の伝播方向に順次変化していることを特徴とする回折格子光結合器。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、光が伝播する光導波路を有する集積化光素子等の光学素子において、該光導波路内に光を入射させるために、あるいは該光導波路から光を出射させるために用いられる回折格子光結合器に関する。

(従来の技術)

集積化光ピックアップ、集積化光走査素子、集積化光ドブラー速度計等の集積化光素子では、光が伝播する光導波路を利用することにより高性

能化が実現されている。このような集積化光素子では、基本波を光導波路内に入射させるために、該光導波路の端面を光学研磨して、開口数(NA)の大きなレンズにより基本波を集光して光導波路の光学研磨された端面から入射させることが行われていた。しかし、このようにして基本波を光導波路内に入射させる場合には、光導波路端面を高精度にて光学研磨しなければならず、またレンズの光軸と光導波路とを精密に調整する必要もある。

このような方法に対し、最近では、小形であるため集積化が容易である回折格子光結合器により、光導波路内に光を入射させること、あるいは光導波路から光を出射させる方法が広く採用されている。

回折格子光結合器は、光導波路上に回折格子が設けられたものであり、回折格子は、複数の直線を等ピッチで設けたもの、複数の曲線をピッチが徐々に変化するように設けたもの等、集光機能を有する各種構成が考えられている。

第5図(a)は、従来の回折格子光結合器の一例を

## 特開平3-213809(2)

示す平面図、第5図(b)はその断面図である。回折格子光結合器は、 $\text{LiNbO}_3$ 等の結晶基板41上に形成された光導波路42の一侧部上に形成された回折格子43を有する。光導波路42は基板41の幅方向中央部に長手方向に沿って一定の幅および厚さで形成されている。該回折格子43は、光導波路42の延伸方向とは直交する等しい長さの複数の平板状透明体により構成されている。該回折格子43へ光が投射されると、その光は該回折格子43を介して、光導波路42内へ入射し、該光導波路42内を伝播する。また、光導波路42内を伝播する導波光は、該回折格子43から導波路42外へ出射される。

このような従来の回折格子光結合器において、光導波路42内を伝播する導波光21が、回折格子43から出射する際の結合効率は、次のようになる。光導波路42内を伝播する導波光21の強度を $P_1$ 、回折格子43からの出射光22の強度を $P_0$ とすると、回折格子光結合器の結合係数を $\eta$ は、

$$P_0 = -\eta P_1 \dots (1)$$

で表わされる。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、現実には、回折格子光結合器へ入射される光、あるいは光導波路内を伝播する光に、上述のような指数関数的な強度分布を持たすことは困難であり、通常は半導体レーザー光のように対称性を有する光強度分布を有している。このため、回折格子光結合器の結合効率は80%程度が限度である。

本発明は上記従来の問題を解決するものであり、その目的は、結合効率に優れた回折格子光結合器を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

本発明の回折格子光結合器は、光が伝播される光導波路の内部と外部とを光学的に結合するべく該光導波路上に回折格子が設けられており、結合係数が光導波路内の導波光の伝播方向に順次変化していることを特徴としてなり、そのことにより上記目的が達成される。

(実施例)

以下に本発明を実施例について説明する。

回折格子光結合器内を伝播する光は、その伝播の間に徐々に減衰する。回折格子光結合器における光導波路42内の導波光21の伝播方向の座標を $z$ で表わすと、回折格子光結合器からの出射光の強度は、(2)式で示す1階の微分方程式の解となる。

$$\frac{dP_0}{dz} = -\eta P_0 \dots (2)$$

(1)式より、

$$P_0 \sim \exp(-\eta z) \dots (3)$$

となり、出射光の強度分布は、第5図(b)に併記したように、指数関数で表われさる。

このように、光導波路42内を伝播する光は、回折格子光結合器から指数関数的な光強度分布をもって出射される。ところが、回折格子は光相反素子であるため、光導波路42内へ光を入射させる場合には、入射光がこのような指数関数的な光強度分布を有していれば、光導波路42内を伝播する光の強度が一定になる。その結果、回折格子光結合器の結合効率は著しく向上する。

本発明の回折格子光結合器は、第1図(a)および(b)に示すように、例えば $\text{LiNbO}_3$ 基板11上にストライプ状の光導波路12が形成された光学素子に設けられる。該光導波路12は、通常のイオン交換法により一定の厚さに形成される。

回折格子光結合器は光導波路12の一侧部上に、例えば、光導波路12に沿って長さ $d_0$ にわたって設けられる。光導波路12はその回折格子光結合器部分を除いて一定の幅となっており、該回折格子光結合器部分では幅が徐々に狭くなったテーパ状になっている。

光導波路12のテーパ状部分上には、該光導波路12の延伸方向とは直交する等しい長さの複数の平板状散乱体にて回折格子13が構成されている。

光導波路12は、例えば、基板11上にポリメタクリレート等の電子ビームレジストを塗布し、次いで電子ビーム露光法で、上述したような形状のマスキパターンを描画し、さらに、レジストを現像した後に、通常のプロトン交換法により形成される。回折格子13は、光導波路12が形成された基板

特開平3-213809 (3)

11上に $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜等の透明膜を蒸着して、この透明膜に電子ビームレジストを塗布し、次いで電子ビーム露光法により回折格子パターンを描画した後に、バッファードHF等のエッチング液を用いてエッチングすることにより形成される。回折格子光結合器の長さは、電子ビーム露光装置の収差を避けるために、 $500\mu\text{m}$ 程度が好ましい。

回折格子光結合器では、光導波路12の幅寸法が変化することにより、該回折格子光結合器の結合係数が変化する。第2図は等価屈折率と回折格子光結合器の結合係数との関係を示すグラフである。光導波路の幅寸法が大きくなれば、等価屈折率もほぼ比例して大きくなる。本実施例の光導波路12の回折格子光結合器部分における幅寸法は、回折格子光結合器の光導波路の幅寸法の狭い方の端にて結合係数が最大となり、しかも結合係数が直線的に変化するように、設定される。第2図のグラフから明らかなように、導波光が伝播しなくなるカットオフ点（等価屈折率が基板の屈折率に等しくなる点）から等価屈折率が大きくなるにつれて、

結合係数が単調に減少している。本実施例では、結合係数が最大となる光導波路幅寸法が狭い側の端の幅寸法となるようにして、光導波路12幅をテーパ状に設定している。

このような構成の本実施例の回折格子光結合器では、回折格子13に光が投射されると、その光が該回折格子13にて回折されて光導波路12内へ導入され、該光導波路12内を伝播する。また、光導波路12内を伝播する光は、回折格子13にて回折されて該回折格子13から出射される。

本実施例において、光導波路12内を伝播する導波光21が、回折格子結合器から出射される場合について考える。光導波路12内を伝播する導波光21の強度を $P_1$ 、出射光22の強度を $P_0$ 、回折格子光結合器の結合係数を $\eta$ 、導波光の伝播方向座標を $z$ とすると、出射光の強度 $P_0$ は、(4)式で表わされる1階の微分方程式の解となる。

$$dP_0/dz = -\eta z P_0 \dots (4)$$

回折格子光結合器の結合係数 $\eta$ が、 $z$ の一次関数として表されることから、

$$P_0 \sim \exp(-z^2/2) \dots (5)$$

となり、出射光の強度 $P_0$ はガウス型分布（第1図(b)参照）となる。

このように、回折格子光結合器の結合係数が導波光の伝播方向に一定の割合で変化する場合には、一定強度の導波光に対して出射光の強度がガウス型分布となり、回折格子光結合器の結合効率の分布は、ガウス型分布となる。従って、回折格子光結合器は、レーザ光のようにガウス型の強度分布を有する光と同様の結合効率分布となり、回折格子光結合器が導波光の伝播方向に十分長ければ、全体の結合係数が低くても、光の減衰が低減される。その結果、回折格子光結合器は、光導波路への入射光あるいは出射光と光導波路内の導波光とが高効率で光学的に結合される。

第3図(a)および(b)は、本発明の回折格子光結合器の他の実施例を示す。本実施例では、光導波路12の幅寸法を一定とし、回折格子13が形成され

る光導波路12部分の厚さを変化させることにより、等価屈折率を変化させて、回折格子光結合器の結合係数を変化させている。光導波路12の厚さが大きくなれば、等価屈折率も順次大きくなることに基いて、結合係数が、回折格子光結合器の一方の端にて最大でかつ直線的に変化するように、その厚さが設定される。その他の構成は、第1図に示す実施例と同様である。

光導波路12の厚さは、イオン交換時間の平方根と比例することを考慮して、イオン交換時間を変化させることにより変化させ得る。イオン交換時間を変化させて光導波路12の厚さを変化させる方法としては、第4図に示すように、イオン交換溶液31内に基板11を鉛直に吊し、基板11を徐々にイオン交換溶液31から引き上げればよい。

なお、上記実施例では、 $\text{LiNbO}_3$ 基板にプロトン交換法にて光導波路を形成し、該光導波路に積層された $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜により回折格子を形成する構成としたが、このような構成に限定されるものではなく、例えば回折格子を、ITO膜や電子ビームレジスト

等の透明膜に適切なエッチング方法を施すことにより形成してもよい。

また、基板として、 $\text{LiTaO}_3$  (タンタル酸リチウム)、 $\text{KTiOPo}_4$  (KTP) 等のような、200℃程度の低温でプロトン交換により容易に光導波路を形成し得るものを用いてもよい。

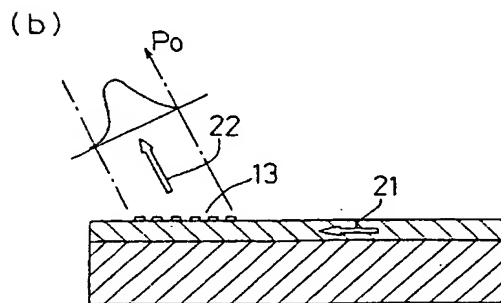
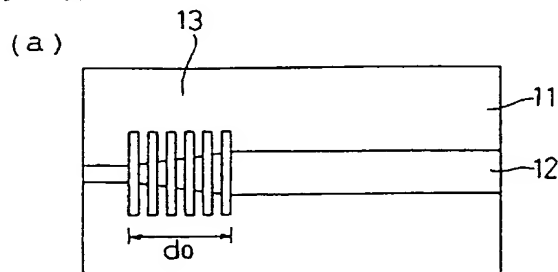
(発明の効果)

本発明の回折格子光結合器は、このように、光導波路への入射光あるいは出射光の強度分布と結合効率がほぼ一致した状態になり、結合効率は著しく向上する。

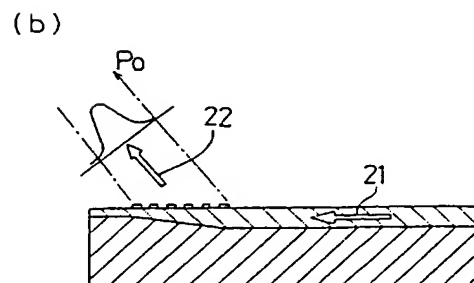
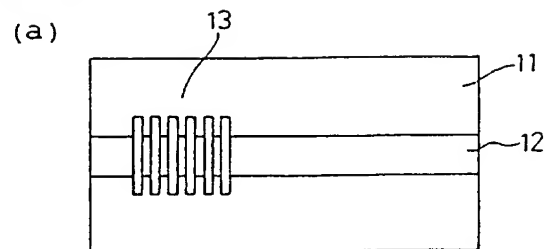
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)は本発明の回折格子光結合器の一例を示す平面図、第1図(b)はその断面図、第2図は光導波路の幅と回折格子光結合器の結合係数との関係を示すグラフ、第3図(a)は本発明の回折格子光結合器の他の例を示す平面図、第3図(b)はその断面図、第4図はその製造方法の一例を示す概略図、第5図(a)は従来の回折格子結合器の平面図、第5図(b)はその断面図である。

第1図



第3図

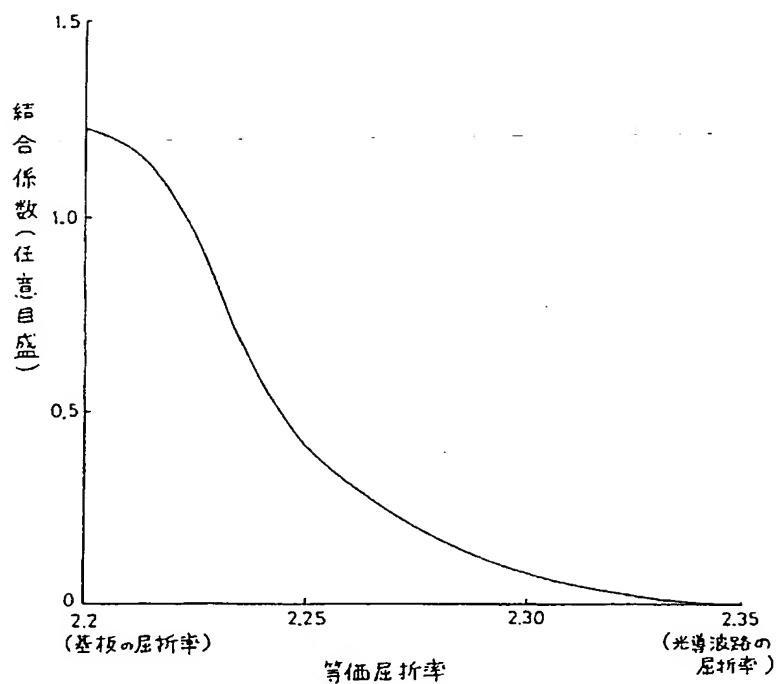


以上

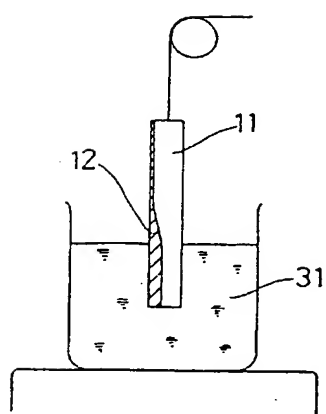
出願人 シャープ株式会社

代理人 弁理士 山本秀重

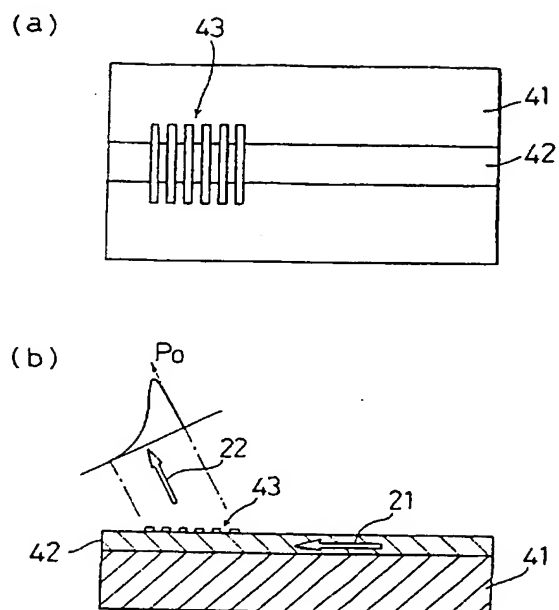
第2図



第4図



第5図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**